

02.10.2018

Chemie ohne Erdöl?

Rohstoffwende - erneuerbarer Kohlenstoff ebnet den Weg zur Defossilierung der Chemieindustrie

Eine chemische Produktion ohne fossile Rohstoffe wie Erdöl oder Erdgas ist für viele undenkbar. Und doch, durch neue Technologien zur Gewinnung und Umsetzung von Kohlendioxid könnte diese Vision wirklich werden - wenn auch erst in einigen Jahrzehnten. Die Rohstoff-Experten Michael Carus, Geschäftsführer des Nova-Instituts, und Jörg Rothermel, Abteilungsleiter Energie, Klimaschutz und Rohstoffe beim Verband der Chemischen Industrie (VCI), diskutierten über die Rohstoffwende in der Chemie. Das Gespräch moderierte Andrea Gruß.

CHEManager: Welche Rohstoffe nutzt die chemische Industrie heute?

Jörg Rothermel: Die Rohstoffe der Chemieindustrie sind vielfältig und reichen von Salzen über Edelmetalle, Erdölprodukte und nachwachsende Rohstoffe bis hin zu Seltenen Erden.

Die organische Chemie basiert auf Kohlenstoff. Dieser stammt heute noch überwiegend aus fossilen Quellen. In Deutschland sind das Erdöl beziehungsweise Naphtha, als ein Teil des Erdöls, und Erdgas. Wobei Letzteres vor allem als Wasserstoffquelle dient. Insgesamt setzt die deutsche Chemie rund 20 Mio. t an Rohstoffen ein, davon entfallen drei Viertel auf Naphta und andere Erdölderivate, 12 % auf Erdgas und etwa 13 % sind nachwachsende Rohstoffe.

Michael Carus: Für Europa zeigt sich ein ähnliches Bild für den Anteil der Biomasse: Im Schnitt liegt er bei 14 % in der organischen Chemie. Abhängig von der Struktur der Chemieindustrie gibt es jedoch Länder mit einem deutlich höheren Anteil an Biomasse. Zum Beispiel setzt Dänemark, mit einer starken biotechnologischen Produktion, zu 40 % nachwachsende Rohstoffe ein. In der mehr traditionellen Chemie in Osteuropa ist der Anteil an Biomasse dagegen mit unter 10 % deutlich niedriger. Insgesamt beobachten wir einen leichten Anstieg an nachwachsenden Rohstoffen in den vergangenen Jahren.

Klimaexperten fordern einen geringeren Einsatz fossiler Rohstoffe in der Chemieindustrie. Wie wird sich der Rohstoffbedarf der Branche entwickeln?

J. Rothermel: In den Wachstumsmärkten Ostasiens, aber auch in den übrigen Regionen der Welt, wächst die Chemieindustrie derzeit schneller als andere Industrien.

Ihr Rohstoffbedarf wird daher nicht schrumpfen, sondern weiter steigen. Dennoch muss sich die Chemieindustrie, insbesondere die organische Produktion, den Herausforderungen des Klimaschutzes stellen. Da führt kein Weg daran vorbei. Allerdings können wir das Problem ökonomisch nur vernünftig lösen, wenn wir es weltweit angehen. Insellösungen für Europa oder gar für Deutschland werden nicht erfolgreich sein.

M. Carus: Der Stoffeinsatz der Chemie-industrie wächst derzeit mit 3-4 % pro Jahr. Diverse Studien sagen ein Wachstum in dieser Größenordnung über viele Jahre voraus. Betrachtet für das Segment der Kunststoffindustrie würde das bedeuten, dass der Rohstoffbedarf von heute 330 Mio. t auf 1,2 Mrd. t im Jahr 2050 steigt!

Die energetische Nutzung fossiler Rohstoffe wächst aufgrund des steigenden Anteils an Wind- und Solarenergie nur um 1 % pro Jahr. Das führt dazu, dass der Anteil der Chemie an der Nutzung fossiler Rohstoffe – er liegt heute zusammen mit Asphalt bei 7-8 % – stetig wächst. Wir schätzen ihn auf 25-30 % im Jahr 2050. Diese Entwicklung ist schlecht für den Klimaschutz, aber auch für das Image der Branche.

Wie kann die Defossilierung der Chemie gelingen?

M. Carus: Der Schlüssel zur Zukunft einer nachhaltigen Chemie ist erneuerbarer Kohlenstoff. Hierfür gibt es drei mögliche Quellen: Eine davon ist Recycling. Es gibt noch große Potenziale für mechanisches und chemisches Recycling in der Chemie. Eine weitere Quelle für erneuerbaren Kohlenstoff ist Biomasse und die dritte die direkte Nutzung von Kohlendioxid als Rohstoff.

J. Rothermel: Die einzige Option ist, den Kohlenstoff im Kreis zu führen, um keinen zusätzlichen fossilen Kohlenstoff in Form von Kohlen-dioxid in die Atmosphäre zu entlassen. Direktes oder indirektes Recycling, bei dem Produkte der Chemie chemisch oder mechanisch wiederverwertet werden, ist eine Möglichkeit. Hier gibt es, wie Herr Carus bereits sagte, sicherlich noch Ausbaupotenzial. Eine weitere Möglichkeit der Kreislaufführung ist, den Kohlenstoff zu verbrennen und das entstehende Kohlendioxid als Quelle zu nutzen. Dafür gibt es zwei Wege: Sie können das Kohlendioxid von Pflanzen aus der Atmosphäre einsammeln lassen und

Biomasse als Rohstoff nutzen oder es, wie schon erwähnt, direkt als Kohlenstoffquelle nutzen.

M. Carus: Für die direkte Nutzung von Kohlendioxid statt Biomasse als Rohstoff spricht der höhere Wirkungsgrad. Bei der Ethanol-Herstellung aus Biomasse kommt etwa 0,3 % der Solarenergie im Ethanol an. Stellt man Ethanol aus Kohlendioxid und Wasserstoff mittels Photovoltaik her, wird schon heute ein Wirkungsgrad von 10–15 % im Endprodukt erzielt. Für Produktion von Ethanol aus Biomasse würde das 85-fache der Fläche benötigt wie für die Herstellung aus Kohlen-dioxid und Solarstrom. Das heißt, alle Basischemikalien sollten aus Kohlendioxid hergestellt werden, bei der Produktion von Spezialchemikalien macht dagegen Biomasse Sinn.

J. Rothermel: Absolut. Dort, wo die Chemie heute bereits Biomasse wirtschaftlich einsetzt, sollte diese nicht durch Kohlendioxid ersetzt werden. Das trifft zum Beispiel für die Produktion von Tensiden zu, bei der auf die Syntheseleistung der Natur zurückgegriffen wird und der Einsatz von Biomasse sowohl Energie als auch Syntheseschritte spart. Bezüglich der Direktnutzung von Kohlendioxid stellt sich jedoch die Frage: Wie gewinnen wir das Kohlendioxid dafür?

M. Carus: Technisch ist es machbar, die organische Chemie langfristig komplett mit „Sonnenkohlenstoff“ zu versorgen. Wir haben Szenarien für die direkte CO₂-Nutzung unter Annahme der eingangs genannten Wachstumsprognosen berechnet. Danach benötigt man 1–2 % der Fläche der weltweiten Wüsten für Fotovoltaik, um den gesamten Kohlenstoffbedarf der Chemieindustrie im Jahr 2050 zu decken. Die Frage, die hierbei kontrovers diskutiert wird, ist die der Ökonomie.

Wo sehen Sie die größere Herausforderung, Kohlendioxid als Rohstoffe für die Chemie zu nutzen - in der chemischen Umsetzung oder bei der Gewinnung?

J. Rothermel: Bei der Gewinnung. Solange wir auf Punktquellen zurückgreifen können, zum Beispiel Abgase aus der Stahl- oder Zement-industrie oder fossile Kraftwerke, ist die Umsetzung denkbar. Hierfür gibt es heute schon eine Reihe effizienter Absorptionstechnologien. Eine vollständige Defossilierung werden wir nur erreichen, indem wir auf Air Capture umsteigen, also Kohlendioxid aus der Luft herausfiltern. Zwar ist auch das in größeren Anlagen schon möglich, aber der Energiebedarf ist enorm, denn die Konzentration von Kohlendioxid in der Luft liegt in einer Größenordnung, wo wir früher mit der Abluftreinigung aufgehört haben.

Um den gesamten Kohlenstoffbedarf der chemischen Industrie in Deutschland aus Kohlendioxid zu decken, würden alleine für die Gewinnung 150 Terawattstunden

Strom benötigt. Hinzu kommt die Herstellung von Wasserstoff für die Umsetzung des Kohlendioxids zu Kohlenwasserstoffen. Hierfür kämen nochmal 650 Terawattstunden Strom aus erneuerbaren Energiequellen hinzu. Das ist mehr als der heutige Strombedarf aller Verbraucher in Deutschland. Das mag in anderen Regionen umsetzbar sein, stellt die deutsche Chemie aber vor eine Herausforderung.

M. Carus: Ich stimme zu, auf Dauer ist es nicht die richtige Lösung, Kohlendioxid aus fossilen Punktquellen zu nutzen. Aber in einer Zeit, in der die fossilen Emissionen weltweit steigen, müssen wir uns keine Sorgen machen, dass sie kurzfristig nicht mehr zur Verfügung stehen. Und selbst, wenn diese fossilen Quellen wegfallen, wird es immer noch Punktquellen geben: Die Lebensmittelindustrie betreibt zum Beispiel im großen Maßstab Fermentation, bei der Kohlendioxid entsteht. Gleichzeitig werden auch die Möglichkeiten, Kohlendioxid aus der Luft zu absorbieren, weiterentwickelt. Es gibt Firmen in der Schweiz, Kanada und Finnland, die das bereits kommerziell anbieten. „Direct Air Capture“ können Sie betreiben, wo erneuerbare Energien preiswert zur Verfügung stehen, zum Beispiel aufgrund von Wasserkraft in Brasilien und Norwegen oder mit Solarenergie in Nordafrika.

**"Wir haben heute keine Rohstoff-Autonomie
und werden sie auch nicht in der Zukunft erreichen."
Michael Carus, Geschäftsführer, Nova-Institut**

Ich verstehe in diesem Zusammenhang die Selbstversorgungsdebatte in Deutschland nicht. Wir beziehen auch Erdöl nicht komplett aus Deutschland und sind seit jeher auf Rohstoffimporte angewiesen. Würden wir künftig statt Erdöl, Solarstrom oder solares Naphtha importieren, wäre die Lage nicht so anders. Wir haben heute keine Rohstoff-Autonomie und werden sie auch nicht in der Zukunft erreichen.

Was bedeutet das für die Zukunft der Chemieindustrie in Deutschland?

J. Rothermel: Wenn synthetische Kohlenwasserstoffe in der nordafrikanischen Wüste einfacher und wesentlich günstiger hergestellt werden können, brauchen wir nicht mehr zwangsläufig eine Chemieproduktion in Deutschland. Das Konzept, CO₂-Naphtha dort herzustellen und es wie heute das Erdöl nach Europa zu transportieren, um es zu raffinieren, wird nicht aufgehen. Das ist nicht effizient.

M. Carus: Ich denke, dass die CO₂-Nutzung die Chemiestandorte in Deutschland eher erhält als vertreibt. Die verfügbare Biomasse hier ist knapp und wenn wir kein Kohlendioxid nutzen würden, würde die Chemieindustrie komplett abwandern. Unser Kapital sind die Raffinerien und die hoch integrierten und vernetzten Produktionsstrukturen. Vielleicht können wir durch eine CO₂-Naphtha-Speisung die Raffinerien in Europa erhalten, nur anders speisen.

J. Rothermel: Gut, wenn Raffinerien in Zukunft nicht mehr Erdöl destillieren und raffinieren, sondern Kohlendioxid umsetzen, ist das natürlich eine Option. Aber Raffinerien produzieren heute immer noch zu 85 % für den Treibstoffmarkt.

M. Carus: Das muss sich ändern. Treibstoffe aus Kohlendioxid und Wasserstoff herzustellen, macht keinen Sinn. Wir werden künftig flüssige Kraftstoffe nur noch für Flugzeuge oder Containerschiffe benötigen – kein Jumbo wird die nächsten 30 Jahre mit Batterien fliegen. Aber alles andere, selbst ein Lkw, fährt effizienter mit Elektroantrieb. Ein Elektromotor hat einen Wirkungsgrad von 95 % und ist um den Faktor vier effizienter als der Betrieb eines Motors mit flüssigem Kraftstoff.

J. Rothermel: Aber für die Aufbereitung von Kohlendioxid zur rein stofflichen Nutzung benötigen wir nicht die Breite an Raffinerien, wie wir sie heute haben. Dann könnte man wahrscheinlich 90 % der Raffinerien in Deutschland schließen und mit den verbleibenden die gesamte chemische Industrie in Deutschland bedienen.

Schon heute steht temporär mehr Strom aus erneuerbaren -Energien in Deutschland zur Verfügung als wir nutzen können. Inwieweit kann dieser im Rahmen von -Power-to-Chemicals-Technologien als Rohstoff für die Chemie -dienen?

J. Rothermel: Power to Chemicals wird allein mit überschüssigem Strom aus erneuerbaren Energien nicht funktionieren. Dieser fällt nur über einen geringen Zeitraum pro Jahr an. Auch Berechnungen von Zukunftsszenarien, bei denen von einem Anteil von 80 % erneuerbaren Energien bei der Stromversorgung in Deutschland ausgegangen wurde, kommen nur auf einige 100 Stunden mit überschüssigem Strom pro Jahr. Damit können keine Anlagen betrieben werden.

Hierfür benötigen wir ein System, das uns rund um die Uhr mit günstigem Strom aus erneuerbaren Quellen versorgt.

**"Power to Chemicals wird nicht allein
mit überschüssigem Strom aus erneuerbaren
Energien funktionieren."**

**Jörg Rothermel, Abteilungsleiter Energie,
Klimaschutz und Rohstoffe, Verband der Chemischen Industrie**

M. Carus: Das sehe ich anders. Sie können bereits heute aus Strom mittels Elektrolyse Wasserstoff herstellen und diesen mit Kohlendioxid zu Methanol umsetzen, für das man einen großen Speicher als Zwischenpuffer nutzt. Diesen kann man kontinuierlich anzapfen und diskontinuierlich befüllen. Ja, wir benötigen einen starken Ausbau von erneuerbaren Energien. Das ist klar. Das erzwingt aber auch neue Speichersysteme und eine andere Ankopplung der Chemie an diese Systeme.

J. Rothermel: Sie werden gewaltige Kapazitäten benötigen, um die Speicher in den kurzen Zeiten verfügbaren Stroms mit Methanol zu füllen. Das wird sich nicht rechnen.

M. Carus: Zum Glück werden Preise von Menschen gemacht. Natürlich müssen die Rahmenbedingungen dazu stimmen und die logistischen Strukturen müssten sich ändern. Aber ich wäre nicht so pessimistisch. Es gibt bereits erste clevere Systeme zur dezentralen Produktion von Methanol und Ethanol aus Strom, zum Beispiel von BSE Engineering aus Leipzig.

Welche Chancen bietet eine erfolgreiche Rohstoffwende für die deutsche Chemie?

M. Carus: Tatsache ist, wir müssen etwas verändern. Aktuell befinden wir uns in einer Luxussituation: Wenn wir Erdöl brauchen, drehen wir den Hahn auf. Brauchen wir Holz, holen wir es mal eben aus dem Wald. Doch die Menschheit hat über Jahrtausende hinweg im Wechsel zwischen Mangel und Überfluss gelebt. Diese Zeiten werden wieder kommen. Hierfür müssen wir Lösungen finden. Die Chemieindustrie kann mit ihren Technologien maßgeblich zu diesen Lösungen beitragen und dabei ihre Chance nutzen, sich als Problemlöser darzustellen und die Bevölkerung mitzunehmen. Ein positiver Beitrag zum Image der Chemie kann sich auch auf andere Geschäfte der Branche vorteilhaft auswirken.

J. Rothermel: Wir haben in Deutschland eine starke und innovative Chemieindustrie. Sie trägt maßgeblich dazu bei, dass sich die notwendigen Technologien für die Rohstoffwende und die Energiewende entwickeln können. Damit wir diese Technologien auch in Deutschland einsetzen können, muss eine kostengünstige Versorgung mit erneuerbaren Energien geschaffen werden. Unabhängig davon sollte die deutsche Chemieindustrie ihre Chance nutzen, Vorreiter in der Technologieentwicklung zu sein.

nova-Paper #10 zu bio- und CO₂-basierter Ökonomie
2018-08

Erneuerbarer Kohlenstoff ist der Schlüssel zur Zukunft einer nachhaltigen Chemie

Autoren: Michael Carus und Achim Raschka, nova-Institut, Hürth

nova-Paper stellen Diskussionsbeiträge zu aktuellen Themen der bio- und CO₂-basierten Ökonomie dar, die mit neuen Sichtweisen, basierend auf wissenschaftlichen Fakten, die Diskussionen von Experten und Entscheidungsträgern anregen möchten.

Inhalt

Impressionen vom zweiten Berliner Rohstoffgipfel am 25. Juni 2018	2
Einleitung	3
Erneuerbarer Kohlenstoff – Recycling, Biomasse und direkte CO ₂ -Nutzung.....	4
Erneuerbarer Kohlenstoff aus Recycling von Kunststoffen und anderen Produkten der organischen Chemie	4
Erneuerbarer Kohlenstoff aus allen Arten von Biomasse.....	5
Erneuerbarer Kohlenstoff aus direkter CO ₂ -Nutzung aus fossilen und biogenen Punktquellen und „Direct Air Capture“ – „Carbon Capture and Utilisation“ (CCU).....	6
Wirtschaftlichkeit des erneuerbaren Kohlenstoffs via CCU	7
Arbeitsplätze und Versorgungssicherheit durch CCU.....	7
Politische Maßnahmen zum raschen Umstieg auf erneuerbaren Kohlenstoff	8
Unterstützer des Positionspapiers aus Industrie und Wissenschaft.....	9
Autoren.....	10

Angeregt durch den zweiten Berliner Rohstoffgipfel, 25. Juni 2018
www.rohstoffgipfel.de #Feedstock18

Download dieses Papers und weiterer Dokumente:

www.bio-based.eu/nova-papers

V.i.S.d.P.: Michael Carus, nova-Institut GmbH, Industriestrasse 300, 50354 Hürth, Germany,
E-mail: michael.carus@nova-institut.de | Internet: www.nova-institute.eu

Chemie 2050 In dem im August 2018 veröffentlichten Nova-
Positionspapier „Chemie 2050“ befassen sich Michael Carus und

Achim Raschka mit dem Thema erneuerbarer Kohlenstoff
als Schlüssel zur Zukunft einer nachhaltigen Chemie.

Das Positionspapier wird von zahlreichen Vertretern aus Wissen-
schaft und Wirtschaft unterstützt. Es kann kostenfrei
heruntergeladen werden unter: www.bio-based.eu/nova-papers

www.nova-institut.eu, www.vci.de

Autor(en)

Das Interview mit Michael Carus, Nova-Institut, und Jörg Rothermel, VCI, führte
Andrea Gruß, CHEManager.